

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 4月19日

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第110286号

出願人  
Applicant(s):

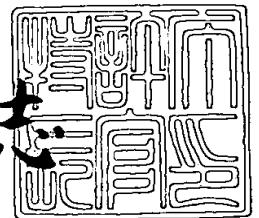
キヤノン株式会社

0027-07000  
6661 81 NNP  
CE013470

1999年 5月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3031716

【書類名】 特許願

【整理番号】 3930045

【提出日】 平成11年 4月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 処理装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 岡部 正太郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 幸田 勇蔵

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 芳里 直

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 森山 公一朗

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 尾崎 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会

社内

【氏名】 青田 幸人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 金井 正博

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100096828

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 敬介

【電話番号】 03-3501-2138

【選任した代理人】

【識別番号】 100059410

【弁理士】

【氏名又は名称】 豊田 善雄

【電話番号】 03-3501-2138

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004938

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703710

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体または膜を処理するための処理空間と該処理空間を排気するための排気手段とを有する処理装置であって、上記処理空間と排気手段とを結ぶ排気経路に、該処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させる化学反応生起手段を配設し、該化学反応生起手段の排気手段側に冷却手段を有することを特徴とする処理装置。

【請求項 2】 上記冷却手段が冷媒として液体を用いる請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 3】 上記冷却手段が冷媒として気体を用いる請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 4】 上記処理空間と化学反応生起手段との間に断熱手段を有する請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 5】 上記処理空間において処理される被処理物と上記化学反応生起手段との間に断熱手段を有する請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 6】 上記化学反応生起手段の排気手段側に該化学反応生起手段に隣接して断熱手段を有する請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 7】 上記処理空間を構成する部材の温度を一定に制御する手段を有する請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 8】 上記化学反応生起手段が触媒である請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 9】 上記化学反応生起手段が発熱体である請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 10】 上記未反応ガス及び副生成物がシリコンを含有している請求項 1 記載の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマCVD法、熱CVD法、光CVD法、スパッタ法、水素プラズマ処理法、ドライエッチング法等を用いて、処理空間（例えば、放電空間）において、堆積膜を形成するような基体処理或いはエッチング等の膜処理を行う処理装置であって、特に、上記処理空間からの排気中に含まれる未反応ガスや副生成物等を上記処理空間より外の排気経路において処理する手段を備えた処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

減圧雰囲気において、基板（基体）上に堆積膜を形成したり、堆積膜にドーピングやエッチング、 $H_2$ プラズマなどの処理を施すことは広く普及し、周知のところである。

【0003】

基板上に堆積膜を形成するプラズマCVD法や熱CVD法は、減圧雰囲気において、基板上に非晶質（アモルファス）半導体薄膜や、微結晶、多結晶など結晶性の半導体薄膜を形成する方法として一般的な方法である。

【0004】

プラズマCVD法は、チャンバーに原料ガスを導入し、また、排気ポンプにより減圧して、直流電力または低周波から高周波、マイクロ波に至る電力を適宜選択印加して原料ガスをプラズマ様に電離、解離、励起させて、基板上に堆積膜を形成させるものである。従来は平行平板電極を用い、グロー放電や或いは高周波を用いたRF放電を使用してきた。

【0005】

熱CVD法は、熱エネルギーにより化合物ガスを分解し堆積させる方法である。熱エネルギーを利用する方法では、原料として $Si_2H_6$ 等の比較的分解温度の低いガスを使用し、堆積膜形成チャンバー自体を加熱してガス分解を行うHot

Wall法や、基板を加熱し同様の効果を得る方法がある。さらに、シリコン結晶の融点以上に加熱したタングステンフィラメントのような金属フィラメントを用いることで薄膜堆積を行うホットワイヤCVD法がある。

【0006】

シリコン系非晶質または微結晶半導体薄膜を形成する場合には、原料ガスとしては、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{F}_6$ などが使われている。ドーピングガスとしては、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{PH}_3$ などが使われている。また、シリコンゲルマニウム系非晶質または微結晶半導体薄膜の形成には、前記ガスに加えて、原料ガスとして $\text{GeH}_4$ ガスがよく使われる。チャンバー内の（プラズマ）圧力は直流から高周波まで電力供給の場合に $0.1\text{ Torr} \sim 10\text{ Torr}$ 程度である。マイクロ波電力を供給する場合には、 $0.001\text{ Torr} \sim 1\text{ Torr}$ 程度である。基板温度は $200 \sim 400^\circ\text{C}$ に加熱する。

## 【0007】

ここで、一般的なプラズマCVD法による非晶質半導体薄膜の作製例を図6に記載したプラズマCVD装置を用いて説明する。図6は本装置の断面模式図である。図6中、1は処理チャンバー、2は排気手段である排気ポンプ（ロータリー、及びメカニカルブースターポンプ）、3は前記処理チャンバー1と排気ポンプ2とを結ぶ排気経路にあたる排気配管、4はコンダクタンス調整バルブ、5は高周波を印加するカソード電極、6は高周波電源、7は整合器、8は基板（基体）、9は基板を保持する機能を有する接地されたアノード電極、10は基板加熱ヒーター、11はガス流量コントローラー、12はガス導入バルブ、13はガス導入部、14は圧力計、15は放電空間（処理空間）、16は放電空間15を構成する部材を加熱するためのヒーター、17は放電空間を内包する処理炉である。

## 【0008】

次に、非晶質シリコン半導体膜の堆積を例に挙げて作製手順を説明する。

## 【0009】

アノード電極9に基板8を固定し、処理チャンバー1の基板出し入れ口（不図示）を閉じて、排気ポンプ2により減圧に排気する。基板8はアノード電極9に固定されたヒーター10によって堆積膜形成条件の温度に加熱する。処理チャンバー1内の放電空間15には、不図示のガスボンベからガス流量コントローラー11を介して流量を制御された複数の堆積膜形成用原料ガス（ $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{H}_2$ 、ドーピングガス等）が混合されてガス導入バルブ12、ガス導入部13を通して供給される。カソード電極5に高周波電源6から高周波（13.56M

Hz) を印加し、整合器 7 により整合状態を調整してカソード電極 5 とアノード電極 9 の間の放電空間 15 に放電を生起させる。チャンバー 1 内のガスは排気ポンプ 2 により、排気配管 3 を通して排気され、常に新たに供給されるガスと入れ替わっている。放電空間 15 の圧力は圧力計 14 によりモニターされる。その圧力信号は、排気配管 3 に設けられたコンダクタンス調整バルブ 4 のコントローラ (不図示) に送られ、コンダクタンス調整バルブ 4 の開度を調整して放電空間 15 の圧力を一定に制御する。堆積膜形成用原料ガスは放電空間 15 内のプラズマ中で解離、電離、励起され、基板 8 上に堆積膜を形成する。

## 【0010】

堆積膜形成終了後は、原料ガスの供給を停止し、新たにパージガス (He, Ar 等) を導入して、チャンバー 1 内や排気ポンプ 2 に残留した原料ガスを十分に置換する。パージ終了後、チャンバー 1 が冷えるのを待って、大気圧に戻して基板 8 を取り出して処理工程は終了する。

## 【0011】

ところで、上記シリコン系をはじめとする CVD 過程においては、気相中で分解した原料ガスがポリマー状に成長し、粒子として漂うことがある。SiH<sub>4</sub>系のガスを使用する場合、放電条件 (圧力、ガス流量、電力値) によってプラズマ中で発生し、電極上や、基板ホルダー、チャンバー壁、排気配管壁、バルブ表面、排気ポンプに、壁面温度に依存して粉体状に付着、堆積、または沈殿する。

## 【0012】

処理工程における前述のごとき副生成物を除去、回収する手段、装置として、CVD 処理空間から排気ポンプ (排気手段) に至る排気経路上にトラップを設け、CVD 副生成物である前記粉体を堆積させる方法が知られている。従来、この CVD 副生成物の除去にはトラップでの温度の低下による凝集作用によって CVD 副生成物を析出させて凝着させる方法が採られているが、特開平 8-218174 号公報には、排気配管上にトラップを設け、堆積膜形成チャンバーとトラップ間を加熱することで CVD 副生成物の排気配管壁への付着を防止し、トラップに CVD 副生成物を析出させて凝着させる方法が開示されている。

## 【0013】

また特開平 7-130674 号公報には、排気配管上のトラップに対向電極を設け、放電により未反応ガスと CVD 副生成物を硬質な膜としてトラップ壁面に堆積させる方法が開示されている。さらに、特開平 8-299784 号公報には排気配管上のトラップに加熱手段として電熱コイルを用いて未反応ガスを分解してトラップ壁面に堆積させる方法が開示されている。

【0014】

CVD 法に限らず、基板、堆積膜のドライエッチング処理や堆積膜の  $H_2$  プラズマ処理、プラズマドーピング処理など、気相中でガスを分解、反応させたり、基板、堆積膜構成物質を気相中に析出させる気相処理においては、気相中で望まれざる反応生成物が発生することがある。前記同様に、これらの反応生成物は装置各所に付着、堆積すると様々な問題を引き起こすことが知られている。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

CVD 法においては、気相中で発生し基板以外に付着堆積する前記 CVD 副生成物が堆積膜へ混入し欠陥を形成したり、膜質に影響を与えることが問題となっている。

【0016】

また、CVD 副生成物は、排気ポンプにまで運ばれて、ロータリーポンプオイルの粘度を著しく大きくしたり、メカニカルブースターポンプのローターに付着してローター同士が接触して動作不良の原因となる場合がある。また、前述の通りに、排気配管壁やバルブに付着した CVD 副生成物が成長し、排気配管やバルブの有効断面積が次第に小さくなると、排気コンダクタンスが次第に小さくなり、チャンバー内における所望の放電圧力（堆積膜形成条件）が得られなくなる場合がある。さらには、コンダクタンスバルブの動作不良を起こす場合がある。

【0017】

前述した副生成物の除去、回収装置においては、トラップにおける温度冷却によって CVD 副生成物を析出、凝着させていた。このトラップに付着した副生成物の除去方法としては、トラップを排気配管から取り外し、直接取り除く方法が知られているが、当該作業には工夫を要し、時間も要した。



## 【0018】

CVD副生成物の除去方法としては他にドライエッチングが知られている。ドライエッチングは、堆積膜形成チャンバー内で放電し、寿命の長いエッチングガスのラジカルによって排気配管中のCVD副生成物をエッチングする方法や、排気配管内で放電を生起させてエッチングする方法がある。しかしながらエッチングを行うには、チャンバー部材、排気配管材、ポンプの耐食性を考慮しなければならない。また、新たにエッチング残渣物やエッチング副生成物が堆積膜形成時にコンタミネーションとして与える影響を心配しなければならない。またトラップ内部に平行平板電極を設置し、グロー放電や或いは高周波を用いたRF放電を使用して未反応の化合物ガスを分解し、トラップ中に堆積させる方法では、未反応の化合物ガスを分解しトラップの壁面に堆積させる速度が遅いためにCVD副生成物は排気ポンプにまで運ばれてしまうことが問題となっていた。また、トラップ内部に平行平板電極を設置するためある程度の空間を必要とし、トラップの設置に自由度がなかった。トラップ内部を外部から加熱し、熱により未反応ガスを分解しトラップ壁面に膜として堆積させる方法では、トラップ外部に大きなヒーターを抱えなければならない。また、未反応ガス、副生成物の除去、回収能力の大幅なアップは望めない。また、トラップ内部に電熱コイルを設置し、熱により未反応ガスを分解し、トラップの壁面に堆積させる方法にしても、用いられる電熱コイルの加熱温度は通常400℃程度であり、未反応の化合物ガスを分解し、トラップの壁面に堆積させる速度が遅いためにCVD副生成物は排気ポンプにまで運ばれてしまうことが問題となっていた。

## 【0019】

ところで、CVD副生成物の除去、回収手段は、処理空間から排気ポンプに至る排気経路上に設けられる。

## 【0020】

発熱を伴うCVD副生成物の除去手段においては、その熱が除去手段以外の部分に及び様々な問題を引き起こす場合がある。除去手段の近くにある排気配管やチャンバーのフランジ等の真空シール部分が昇温するとそのシール手段を考慮しなければならない。シール部分の温度を140～150℃以下にできれば、シ-

ル材はバイトン（商品名、デュポン社製）などの一般的なＯーリング材を用いることができる。１５０℃を超えると特殊な材質の高価なＯーリングが必要となり、２５０℃を超えるとメタルリングなどの金属シールが必要となってしまう。

#### 【 0 0 2 1 】

副生成物除去手段の熱がＣＶＤ処理空間や基板に及ぶと、基板上に堆積膜を形成する条件に影響を与える。基板温度が制御できなくなったり、処理空間の変形や高周波導入路のインピーダンスが変化して放電（負荷）の整合状態が変わり、堆積膜形成の再現性がとれなくなる問題が発生する。すなわち、副生成物の除去手段の温度を高く設定するほど、その周辺部材に対しては高い冷却能力が求められる。副生成物の除去条件として高い温度が望まれる場合には、除去手段領域では高温を、それ以外の領域では温度を抑える方策が必要である。言い換えると、除去手段の設置位置を周辺部材の温度制御に対して考慮が必要である。

#### 【 0 0 2 2 】

現ＣＶＤ法により半導体薄膜を作製する工業的な利用が進められているが、さらなる大面積化、長時間成膜が要求されており、それに伴う排気系でのＣＶＤ副生成物の堆積の増大が懸念される。しかしながら、上気した従来例ではＣＶＤ副生成物の除去が不十分となる場合がある。

#### 【 0 0 2 3 】

本発明の目的は、上述の課題を克服し、気相中の処理により発生した不都合な副生成物を除去、回収する手段を備えた処理装置を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 2 4 】

また、本発明の目的は、小型でメンテナンスが容易で、大面積に長時間の成膜を高速で行う際の未反応ガスや副生成物に対しても十分に効率よく除去回収できる機能を備えた基板または膜の気相処理装置を提供することにある。

#### 【 0 0 2 5 】

さらに本発明の目的は、基板や堆積膜の気相処理条件に影響を与えないような、気相処理により発生する副生成物を除去、回収する機構を有した、基板または膜の気相処理装置を提供することにある。

#### 【 0 0 2 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、下記構成をとることにより、前記課題を解決したものである。

【0027】

すなわち本発明は、基体または膜を処理するための処理空間と該処理空間を排気するための排気手段とを有する処理装置であって、上記処理空間と排気手段とを結ぶ排気経路に、該処理空間から排気された未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に化学反応を生起させる化学反応生起手段を配設し、該化学反応生起手段の排気手段側に冷却手段を有することを特徴とする。

【0028】

本発明において、上記冷却手段としては、冷媒として液体及び気体のいずれも好ましく用いることができる。

【0029】

また本発明においては、上記処理空間と化学反応生起手段との間、上記処理空間において処理される被処理物と上記化学反応生起手段との間、或いは、上記化学反応生起手段の排気手段側に該化学反応生起手段に隣接して、断熱手段を有することが好ましい。

【0030】

さらに本発明においては、上記処理空間を構成する部材の温度を一定に制御する手段を有することが好ましい。

【0031】

本発明において、上記化学反応生起手段としては、触媒或いは発熱体が好ましく用いられ得る。

【0032】

本発明の処理装置は、上記未反応ガス及び副生成物がシリコンを含有している場合に特に好ましく用いられる。

【0033】

【発明の実施の形態】

本発明の処理装置について実施形態を挙げて説明する。

【0034】

図1は本発明の処理装置の好ましい一実施形態であるプラズマCVD法による堆積膜形成装置の模式的断面図である。図1中、先に説明した図6の装置と同じ部材には同じ符号を付して説明を省略する。

## 【0035】

図1の処理装置は、図6に示した従来の装置の処理チャンバー1から排気ポンプ2への排気経路である排気配管3に、放電空間15から未反応で排出された原料ガスや放電空間15で形成された副生成物を除去・回収するための、未反応ガス及び副生成物除去・回収手段18が設けられている。該除去・回収手段18は、未反応ガスや副生成物に化学反応を起こさせるための化学反応生起手段であるタンゲステンフィラメント19と、該化学反応によって生成した化学反応生成物を付着・堆積させトラップする化学反応生成物回収手段として作用する化学反応生成物回収壁20（排気経路である排気配管壁の一部）から構成される。フィラメント19には外部の電源から電圧が印加されるようになっている。また、未反応ガス及び副生成物除去・回収手段18の排気手段側の排気配管3には、水冷式の冷却手段21が配設されている。また、回収壁20と処理チャンバー1の間には断熱手段として間隙24が設けられ、回収壁23と処理炉17との間には断熱手段として熱伝導率の低い焼結体23が設置されている。また、放電空間15を構成する部材の温度を一定に制御するために、処理炉17にはヒーター16が設けられている。

## 【0036】

図1のプラズマCVD法による堆積膜形成装置は、以下の知見に基づいて構成される。

## 【0037】

プラズマCVD法による基板上への堆積膜形成処理時に処理空間から排出される未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方を、触媒作用或いは熱分解作用により化学反応を起こさせて分解する。そのため、未反応ガス及び副生成物の少なくとも一方に対して触媒作用を有する物質或いは発熱体を、化学反応生起手段として処理空間（放電空間15）と排気手段（排気ポンプ2）との間の排気経路上（排気配管3内）に設置する。未反応ガス及び副生成物は化学反応生起手段の周辺

を流れることによって化学反応が誘起され、それによって生成された化学反応生成物を、該化学反応生起手段の周辺の排気経路構成部材（回収壁 20）に付着、堆積させて回収する。触媒を用いる場合はその作用を高めるために適宜適温に加熱する。

## 【0038】

未反応ガスや副生成物にシリコンが含有される場合には、化学反応生起手段として、タングステン、モリブデン、レニウムの中の少なくとも一つを主成分とするフィラメントを用いることが好ましく、該フィラメントには直流または交流電圧を印加して発熱させる。

## 【0039】

また、化学反応生成物を付着、回収する手段（回収壁 20）も回収効果を上げるためには加熱する必要がある。例えば、シリコンを含有するシラン等の未反応ガスや、ポリシランなどの副生成物に化学反応を起こさせ、堆積膜として付着させ回収するためには、付着する部材を 250℃以上、望ましくは 400℃以上の高温にすることが望ましい。図 1 の回収壁 20 は、フィラメント 19 からの熱輻射または熱伝導により加熱される。

## 【0040】

化学反応生起手段（フィラメント 19）やその周辺の化学反応生成物回収手段（回収壁 20）の熱が、これらの手段よりも排気手段（排気ポンプ 2）側の排気経路構成部材（排気配管 3）や処理チャンバー 1 の構成部材に輻射、伝導により及ぶことを抑制するために、本発明においては、化学反応生起手段の排気手段側に冷却手段を設ける。図 1 の装置においては冷却手段 21 によって排気配管 3 及び処理チャンバー 1 を冷却する。該冷却手段は、各部材に設けた流路に冷媒を流して当該部材の熱を置換するように構成すればよい。冷媒としては、水や油等の液体であっても、気体であってもよい。

## 【0041】

図 2 に図 1 の装置の冷却手段 21 周辺部の拡大図を示す。図中、32 は排気配管 3 及び処理チャンバー 1 の構成部材内に形成された冷媒の流路、26 は冷媒の導入口、27 は冷媒の排出口、25 は O-リング（真空シール）である。図 2 に

においては、冷却手段 21 として処理チャンバー 1 や排気配管 3 の構成部材内に冷媒（冷却水）を流し、Ｏーリング 25 が熱によって破損するのを防止している。

## 【0042】

回収壁 20 と、処理チャンバー 1 及び排気配管 3 との間には断熱手段として間隙 24 が設けられていて、高温の回収壁 20 から処理チャンバー 1 や排気配管 3 への熱伝達を抑制している。当該構成では、処理チャンバー 1 内に、原料ガスとは別途の  $H_2$  ガス等を導入し、間隙 24 を通して排気配管 3 に流れ込むようにするのが好ましい。

## 【0043】

図 3 は間隙 24 とは別の断熱手段を講じた例であり、回収壁 20 と、処理チャンバー 1 及び排気配管 3 との間に断熱手段として熱伝導率の低い焼結体 33 を設置している。

## 【0044】

上記のように、断熱手段を設けることにより、上記回収壁 20 の回収能力を低下させることなく、高温の回収壁 20 近傍の処理チャンバー 1 や排気配管 3 に冷却手段を設けることができる。

## 【0045】

また、化学反応生起手段であるフィラメント 19 で発生した熱や、フィラメント 19 周辺の回収壁 20 からの熱が、処理炉 17 や基板 8 に輻射や伝導により及ぶことを抑制するために、回収壁 20 と処理炉 17 との間に断熱手段を設けることが好ましく、図 1 の装置においては、当該断熱体として熱伝導率の低い焼結体 23 を配置している。

## 【0046】

また本発明の装置においては、処理空間を構成する部材の温度を一定に制御する手段を備えていることが望ましく、図 1 の装置においては、処理空間である放電空間 15 の構成部材を一定温度に制御するために、放電空間 15 を構成する部材である処理炉 17 にヒーター 16 が設けられている。本発明において、当該制御手段としては加熱手段及び冷却手段の両方を備えていることが望ましい。例えば加熱手段としてはヒーターが用いられ、冷却手段としては放熱板や冷媒を流す

機構を設けてもよい。また、温度制御された流体（媒体）を循環させて熱交換させるものでもよい。

【0047】

基板上に、例えばシリコン系非晶質堆積膜をプラズマCVD法により形成する条件においては、処理炉17の構成部材の温度は200～350℃に制御する必要がある。200℃よりも低くなると処理空間（放電空間15）の壁面にCVD副生成物が粉体状に付着堆積したり、その舞い上がりにより、前記副生成物が基板上の堆積膜に混入し、構造欠陥を生じたり、所望の膜質が得られなくなる恐れがある。制御温度の上限は、処理空間構成部材からの熱輻射により基板の温度が所望の温度に制御できなくなる上限温度として決定される。処理空間の構成部材は、化学反応生起手段からの距離によって所望の温度に制御するに必要な熱量（加熱及び冷却）が異なるために、加熱手段、冷却手段を設ける場合には、そのレイアウトや供給熱量（出入り熱量）を考慮する必要がある。例えば前記化学反応生起手段に近い領域では冷却手段の冷却能力を相対的に高くする必要がある。

【0048】

前記未反応ガス及び副生成物除去・回収手段18は、処理空間（放電空間15）から排気手段（排気ポンプ2）までの排気経路上（排気配管3内）において、処理空間で生成した副生成物が排気経路上の部材に付着、堆積しないように、処理空間の近くの排気経路上に設けるとよい。

【0049】

図7は、先に図6に示した従来のCVD処理装置に未反応ガス及び副生成物除去・回収手段を配置したCVD処理装置の模式図である。図中、70は未反応ガス及び副生成物の回収手段（トラップ）、71は冷却手段、72は加熱源である。

【0050】

トラップ70を加熱する方式では、トラップ70外部にヒーター等の加熱源28を設けなくてはならず、除去・回収手段18は大きくなってしまい、処理空間（放電空間15）の直後に設けることは難しい。

【0051】

トラップ内部に電熱コイルを設ける方式においても、トラップ内部に平行平板電極を設置し、グロー放電により未反応ガスを分解しトラップに堆積させる方式であっても、未反応ガスや副生成物の除去回収速度（能力）が小さく、当該手段自体を大きくしなければならず、処理空間に隣接して設けることはできなかった。除去・回収手段自体が大きいために、該手段を処理チャンバー 1 の外部に設置せざるを得ず、作業者の安全を考えて冷却手段を除去・回収手段の外側に設けているが、そのことがさらに除去・回収手段を大きくしているとともに、該手段の未反応ガスや副生成物の除去、回収能力を低下させる結果にもなっている。

【 0 0 5 2 】

本発明の処理装置においては、前述の通り、処理時のみ反応ガスや副生成物の少なくとも一方に化学反応を起こすための化学反応生起手段が設置され、該化学反応生起手段周辺の処理チャンバーや排気配管に冷却手段が配設されていること、さらには、該化学反応生起手段や回収手段と周辺部材との間に断熱手段を設けることにより、上記化学反応生起手段や回収手段を処理空間直後の排気経路上に設けることが可能となる。

【 0 0 5 3 】

その結果、化学反応生成物回収手段が少なくとも減圧雰囲気処理チャンバー内に收容されることで、減圧雰囲気が断熱効果を発揮して、回収手段の温度を効率よく高めることができ、回収効果を高めることができる。その結果、未反応ガスや副生成物の除去、回収領域を小さくすることができる。

【 0 0 5 4 】

図 1 の装置における堆積膜形成時に生成される未反応ガスと C V D 副生成物の除去は以下のようにして行われる。

【 0 0 5 5 】

先に図 6 の装置において説明した手順と同様にして、処理炉 1 7 でプラズマ C V D 法により堆積膜を基板 8 上に形成する。処理空間 1 5 にプラズマを生起させる時には、前記化学反応生起手段であるフィラメント 1 9 に通電し、化学反応生成物の回収手段である回収壁 2 0 も十分に昇温しておく。

【 0 0 5 6 】



冷却手段 21 に冷却水を流し、排気配管 3 及び処理チャンバー 1 を冷却する。放電空間 15 から未反応のまま排出された原料ガスと、放電空間 15 で生成した CVD 副生成物は、フィラメント 19 の周辺で分解され、その化学反応生成物は、フィラメント 19 の周辺の回収壁 20 に膜として堆積し、回収される。回収壁 20 よりも排気ポンプ 2 側の排気配管 3 やコンダクタンス調整バルブ 4、排気ポンプ 2 には CVD 副生成物は到達せず、それらに堆積、蓄積することはない。

【0057】

基板 8 上への堆積膜形成が終了し、処理チャンバー 1 を大気圧に戻した後、未反応ガス及び副生成物除去・回収手段 18 は、処理チャンバー 1 から取り外され、回収される。

【0058】

図 4 は、本発明の他の実施形態のプラズマ CVD 装置を示す模式的断面図である。本装置では、長尺の基板 8 を放電空間 15 内で連続的に移動させながら堆積膜を形成する。長尺の基板 8 は不図示のボビンに巻かれて紙面左側の繰り出しチャンバー（不図示）に収容される。そして該繰り出しチャンバーから処理チャンバー 1 を通して紙面右側の巻き取りチャンバー（不図示）に張り渡されるようになっている。処理炉 17 から排気ポンプ 2 への排気経路である排気配管 3 内には、放電空間 15 から未反応で排出された原料ガスや放電空間 15 で形成された副生成物に化学反応を起こさせるための化学反応生起手段としてタングステンフィラメント 19 が設けられている。フィラメント 19 には外部の電源から電圧が印加されるようになっている。フィラメント 19 の周囲の回収壁 20 は、フィラメント 19 によって生起された化学反応による生成物を付着、堆積させトラップする回収手段である。排気配管 3 内におけるフィラメント 19 の排気ポンプ 2 側近傍には、水冷式の冷却手段 21 が設けられ、排気配管 3 及びフィラメント 19 近傍の処理チャンバー 1 を冷却する。29 は断熱板であり、フィラメント 19 及び回収壁 20 と基板 8 との間の断熱手段として機能する。

【0059】

本装置における基板 8 上への堆積膜の形成は以下の手順で行われる。繰り出しチャンバーに長尺の基板 8 が巻かれた 1 ロールのボビンをセットし、該繰り出し

チャンバーから処理チャンバー 1 を経て巻き取りチャンバーに基板 8 を張り渡し、処理チャンバー 1 内を減圧に排気する。以下は図 1 の装置の場合と同様の手順にて、処理準備を進め、処理条件が整ったら、基板を連続的に搬送して基板 8 上に堆積膜を形成する。1 ロールの成膜が終了したら、基板 8 の搬送を停止し、図 1 の装置の場合と同様の手順にて、基板 8 を取り出して処理を終了する。基板 8 を取り出した後、処理チャンバー 1 を開けて、フィラメント 1 9 及び回収壁 2 0 を取り出す。

## 【 0 0 6 0 】

本装置は以下の知見に基づいて構成されている。

## 【 0 0 6 1 】

すなわち本装置の場合、基板 8 の搬送方向に基板 8 と平行して、基板 8 の処理温度よりも高温の化学反応生成物の回収手段である回収壁 2 0 が存在するために、基板 8 が回収壁 2 0 からの熱輻射を受けて温度が上昇し、処理条件（基板処理条件）に制御することができなくなったり、処理後の堆積膜の変質を招く恐れがある。そこで、回収壁 2 0 と基板 8 との間に断熱板 2 9 を設け、基板 8 の温度の上昇を抑えるようにしている。断熱板 2 9 は、本例のように 1 枚に限らず、複数枚を間隙を設けて重ねて断熱効果を高めてもよい。

## 【 0 0 6 2 】

図 5 は、本発明の他の実施形態である熱 C V D 法による基板上への堆積膜形成装置の模式的断面図である。図中、図 1、図 6 と同じ部材には同じ符号を付して説明を省略する。

## 【 0 0 6 3 】

図 5 中、1 は基板 8 上に熱 C V D 法により堆積膜を形成する処理炉 1 7 を収容する処理チャンバーである。基板 8 は処理炉 1 7 中に支持され固定される。処理炉 1 7 から排気ポンプ 2 への排気排気経路上である排気配管 3 内の処理炉 1 7 直後には、処理空間 5 1 から未反応で排出された原料ガスや処理空間 5 1 で形成された副生成物に化学反応を起こさせるための化学反応生起手段であるタングステンフィラメント 1 9 が設置されている。該フィラメント 1 9 には外部の電源から電圧が印加されるようになっている。またフィラメント 1 9 周囲には上記化学反

応の生成物を付着、堆積させトラップする回収壁 20 が配置されている。

【0064】

排気配管 3 におけるフィラメント 19 の排気ポンプ 2 側には、水冷式の冷却手段 21 が設けられている。また、フィラメント 19 と処理チャンバー 1 の間には熱伝導率の低い焼結体 23 が断熱手段として配置されている。30 は処理炉 17、基板 8、原料ガスを加熱するヒーターである。

【0065】

図 5 の装置を用いて基板 8 上に結晶性シリコン膜を作製する手順について説明する。

【0066】

処理炉 17 に基板 8 を固定し、処理炉 17、処理チャンバー 1 の基板出し入れ口（不図示）を閉じて、排気ポンプ 2 により処理炉 17 内を減圧に排気する。処理炉 17、基板 8 はヒーター 30 によって堆積膜形成条件の温度に加熱する。排気配管 3 内に設けられたフィラメント 19 に通電し、フィラメント 19 及び回収壁 20 を加熱する。冷却手段 21 には冷却水を流し冷却を開始する。

【0067】

処理炉 17 の処理空間 51 に、不図示のガスポンプからガス流量コントローラ 11 を介して流量を制御された複数の堆積膜形成用原料ガス（ $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{H}_2$ 、ドーピングガス等）を混合し、ガス導入バルブ 12 を通して供給する。前記原料ガスはヒーター 30 により予め加熱されてから処理空間 51 に導入する。処理炉 17 内のガスは排気ポンプ 2 により、排気配管 3 を通して排気し、常に新たに供給されるガスと入れ替える。処理空間 51 の圧力は圧力計 14 によりモニターされる。その圧力信号は、排気配管 3 に設けられたコンダクタンス調整バルブ 4 のコントローラ（不図示）に送られ、コンダクタンス調整バルブ 4 の開度を調整して処理空間 51 の圧力を一定に制御する。原料ガスは処理空間 51 内で解離、電離、励起され、基板 8 上に堆積膜を形成する。

【0068】

堆積膜形成終了後は、原料ガスの供給を停止し、新たにパージガス（ $\text{He}$ 、 $\text{Ar}$  等）を導入して、処理炉 17 内や排気ポンプ 2 に残留した原料ガスを十分に置

換する。パージ終了後、処理チャンバー 1 が冷えるのを待って、大気圧に戻して基板 8 を取り出し処理工程は終了する。フィラメント 19 と回収壁 20 は、処理チャンバー 1 から取り外され回収される。

【0069】

【実施例】

(実施例 1、比較例 1)

図 1 に示したプラズマ CVD 装置を用いて、非晶質シリコン半導体膜を 40 cm 角のガラス基板上に厚さ 1  $\mu$ m 形成した。処理条件は、堆積膜形成用原料ガスとして SiH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub> を使用し、圧力 2 Torr のもと RF 放電を生起した。基板温度は 250℃ とした。化学反応生起手段であるタングステンフィラメントに通電し、該フィラメントの周辺の回収壁の温度は 550℃ とした。

【0070】

堆積膜の成膜速度を 10 Å/sec として成膜工程を 100 回繰り返した。同様の装置を用いて、成膜速度を 15 Å/sec、20 Å/sec で成膜工程を 100 回繰り返した。上記回収壁の近傍にある真空シール部には熱電対を設置してその温度をモニターした。

【0071】

また、比較例 1 として、上記実施例と同様の工程を、図 6 の装置を用いて行った。結果を表 1 に示す。

【0072】

【表 1】

	成膜速度 (Å/sec)	成膜可能回数	フィラメント 周辺の状態	排気配管、バルブ、 ポンプの状態
実施例 1	10	100	閉塞無し	付着物無し
	15	100	閉塞無し	付着物無し
	20	100	僅かに閉塞	付着物無し
比較例 1	10	25	—	粉体付着閉塞
	15	24	—	粉体付着閉塞
	20	24	—	粉体付着閉塞

## 【 0 0 7 3 】

本実施例の場合、100回の成膜工程を通して、基板温度は常に250℃に制御されていた。真空シール部の温度はバイトン（商品名、デュポン社製）製のオーリングが十分に使用できる120℃で維持され、圧力が次第に上昇するなど、真空シール部の破損によりリークが発生することはなかった。

## 【 0 0 7 4 】

堆積膜形成時の圧力調整に問題はなく、コンダクタンス調整バルブの動作不良は発生しなかった。排気ポンプ動作にも問題はなかった。処理終了後、各部を分解し点検したところ、フィラメント周辺の回収壁にはCVD副生成物が化学反応を起こして生成した生成物が膜として堆積していた。また、フィラメント周辺の回収壁よりも排気ポンプ側の排気配管壁、バルブ表面は、地が露出して付着堆積物は全くなかった。ポンプにもCVD副生成物の付着や沈殿はほとんどなかった。

## 【 0 0 7 5 】

一方、比較例の場合、20数回の成膜処理で圧力調整不能となり、処理を中止した。各部を分解したところ、排気配管内には大量にCVD副生成物が粉体として堆積し、放電空間に近い領域で排気配管が閉塞していた。

## 【 0 0 7 6 】

以上の結果より、本発明の実施例では、放電空間を未反応で排出された原料ガス及びCVD副生成物がフィラメントと回収壁によってほぼ完全に除去・回収さ

れていることがわかる。

【0077】

(実施例2)

図4のプラズマCVD装置を用いて、幅が40cm、長さが100mのステンレス基板を連続的に搬送しながら、該基板上に非晶質シリコン半導体膜を厚さ1 $\mu$ mに形成した。搬送速度は1m/minとし、処理条件は、堆積膜形成用原料ガスとしてSiH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>を使用し、圧力2TorrのもとRF放電を生起した。基板温度は220℃とした。化学反応生起手段であるフィラメントに通電し、該フィラメント周辺の回収壁の温度は550℃とした。堆積膜の成膜速度は20Å/secとした。

【0078】

回収壁上の基板には熱電対を接触させて、その温度をモニターした。基板は回収壁から遠い原料ガス供給口から回収壁のある排気口側に搬送し、放電空間に入り口、中央、出口付近の基板温度もモニターすることとした。また、回収壁と基板の間の断熱板の枚数を変えてその断熱効果と基板温度を調べた。断熱板は厚さ2mmのステンレス製で、断熱板同士は1mmの間隔をあけて配置した。結果を表2に示す。

【0079】

【表2】

断熱板枚数	放電空間 入口側 基板温度(℃)	放電空間 中央 基板温度(℃)	放電空間 出口側 基板温度(℃)	回収壁上 基板温度 (℃)
0(無し)	220	240	300	420
1	220	220	250	360
2	220	220	220	260
3	220	220	220	210

【0080】

断熱板なしの場合と、1、2枚の場合では、基板上的堆積膜の色が異なっていることが目視によって確認された。2枚と3枚の場合に差はなかったが、膜厚は

異なっていた。

【0081】

回収壁と基板の間に断熱板を設けない場合には、回収壁上の気板温度は処理温度の220℃より200℃以上も高くなった。また放電空間内の基板温度も220℃に制御できず、300℃に達した。回収壁と基板の間に断熱板を配すると、回収壁上、放電空間内の基板温度ともに下がり、本実施例の処理条件では断熱板2枚によって放電空間内の基板温度は所望の220℃に制御できた。断熱板を3枚にすると、回収壁上の基板温度も放電空間とほぼ同じ温度となった。

【0082】

基板の放電空間内での処理温度及び回収壁上で晒される基板温度が、基板上の堆積膜質に影響を与えていることが予測される。断熱板により基板の処理温度の制御性が大きく向上することもわかった。

【0083】

(実施例3、比較例2)

図5の熱CVD装置を用い、高結晶性のシリコン膜をシリコンウエハ上に形成した。原料ガスとして $\text{Si}_2\text{H}_6$ 及び $\text{H}_2$ を用い、処理炉、原料ガスを加熱するとともに、基板温度は600℃に加熱して圧力10 Torrの条件で熱CVDによりウエハ上に成膜速度10 Å/secで堆積膜を5000 Å形成した。排気経路に設けたフィラメントに通電し、該フィラメント周辺の回収壁の温度は600℃とした。冷却手段に冷却水を流して冷却を行った。成膜工程は基板を入れ替えて50回繰り返した。

【0084】

また、比較例2として、図4の装置におけるフィラメント19、回収壁29、冷却手段21、断熱板29、支持体31、焼結体23を取り外して、同様の条件で成膜工程を行った。

【0085】

その結果、実施例の場合には50回の成膜工程を問題なく行うことができたが、比較例の場合、7回目の成膜工程において圧力制御が不可能となり処理を中止した。

【0086】

実施例、比較例の装置の各部を分解し、点検したところ、比較例の装置では、処理炉の排気口から排気ポンプに至る排気配管内にCVD副生成物が付着、堆積し、排気配管はほぼ閉塞状態となっていた。一方、実施例の装置においては、処理炉から排気ポンプまでの排気配管内にCVD副生成物の堆積は見られず、副生成物はフィラメント付近で化学反応を起こし、回収壁に膜として堆積していた。よって、本装置の未反応ガス及びCVD副生成物除去、回収能力が確認された。

【0087】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の処理装置によれば、装置自体に熱的ダメージを与えることなく、気相中の処理により発生した未反応ガスや副生成物を効率よく除去、回収することができ、排気配管や排気ポンプ等のメンテナンス間隔を大幅にのばすことができる。

【0088】

また、小型でメンテナンスが容易で、大面積に長時間の成膜を高速で行う際の未反応ガスや大量のCVD副生成物に対しても十分に効率よく除去、回収できる機能を備えた基板或いは膜の気相処理装置が提供できる。

【0089】

さらに、気相反応により発生する副生成物が基板や堆積膜の処理条件に影響を与えることなく処理を行うことができるため、再現性の高い安定した処理が実現されるとともに、堆積膜形成、エッチング等高品位な処理が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態であるプラズマCVD装置の模式的断面図である。

【図2】

図1の装置の冷却手段周辺部の拡大図である。

【図3】

図2とは異なる断熱体を備えた装置の冷却手段周辺部の拡大図である。

【図4】



本発明の他の実施形態であるプラズマCVD装置の模式的断面図である。

【図 5】

本発明の他の実施形態である熱CVD装置の模式的断面図である。

【図 6】

従来のプラズマCVD装置の一例の模式的断面図である。

【図 7】

従来の未反応ガス及び副生成物除去・回収手段を備えたプラズマCVD装置の模式的断面図である。

【符号の説明】

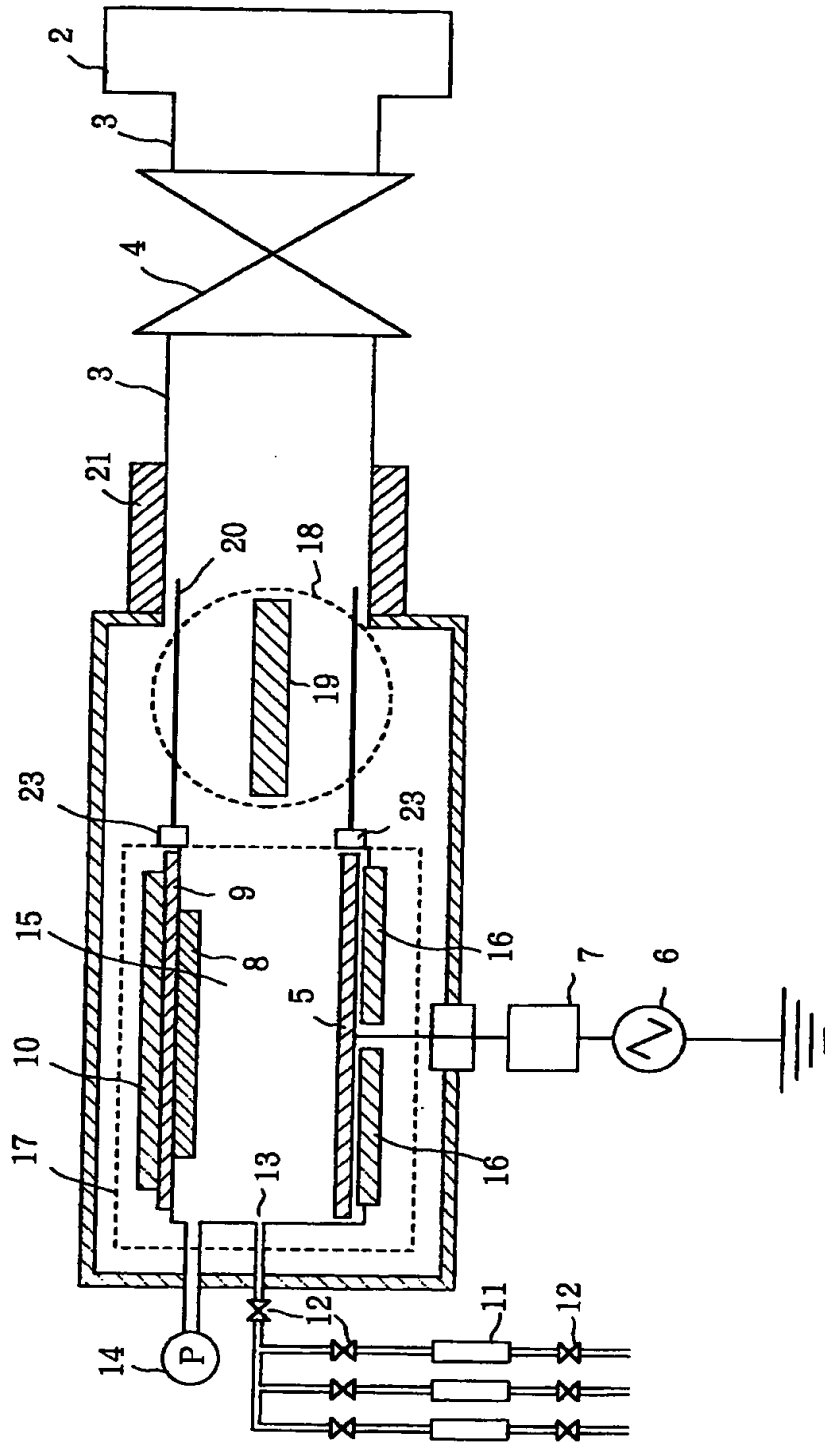
- 1 処理チャンバー
- 2 排気ポンプ
- 3 排気配管
- 4 コンダクタンス調整バルブ
- 5 カソード電極
- 6 高周波電源
- 7 整合器
- 8 基板
- 9 アノード電極
- 10 基板加熱用ヒーター
- 11 ガス流量コントローラー
- 12 ガス導入バルブ
- 13 ガス導入部
- 14 圧力計
- 15 放電空間
- 16 ヒーター
- 17 処理炉
- 18 未反応ガス及び副生成物除去・回収手段
- 19 タングステンフィラメント
- 20 回収壁

- 2 1 冷却手段
- 2 3 焼結体
- 2 4 間隙
- 2 5 オーリング
- 2 6 冷却水導入口
- 2 7 冷却水排出口
- 2 8 加熱源
- 2 9 断熱板
- 3 0 ヒーター
- 3 1 支持具
- 3 2 冷媒流路
- 3 3 焼結体
- 5 1 処理空間
- 7 0 トラップ
- 7 1 冷却手段 1
- 7 2 加熱源

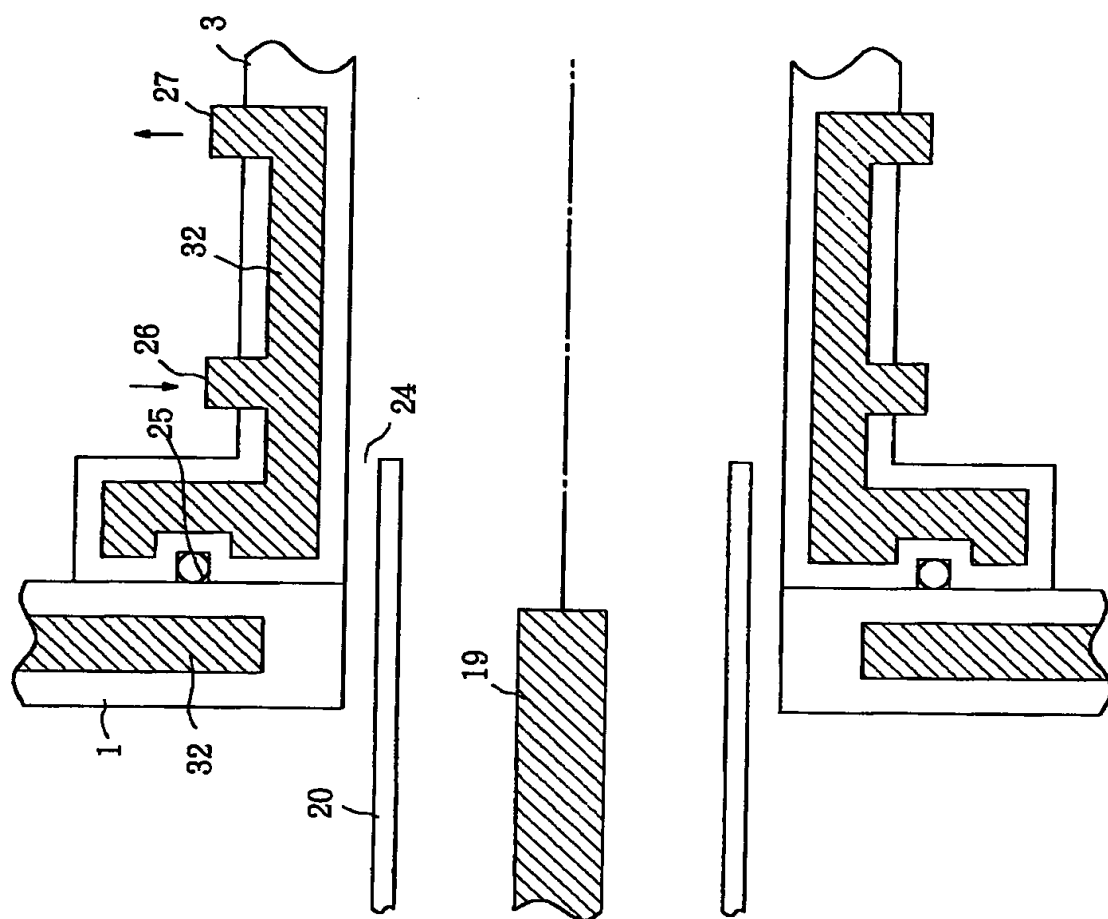
【書類名】

図面

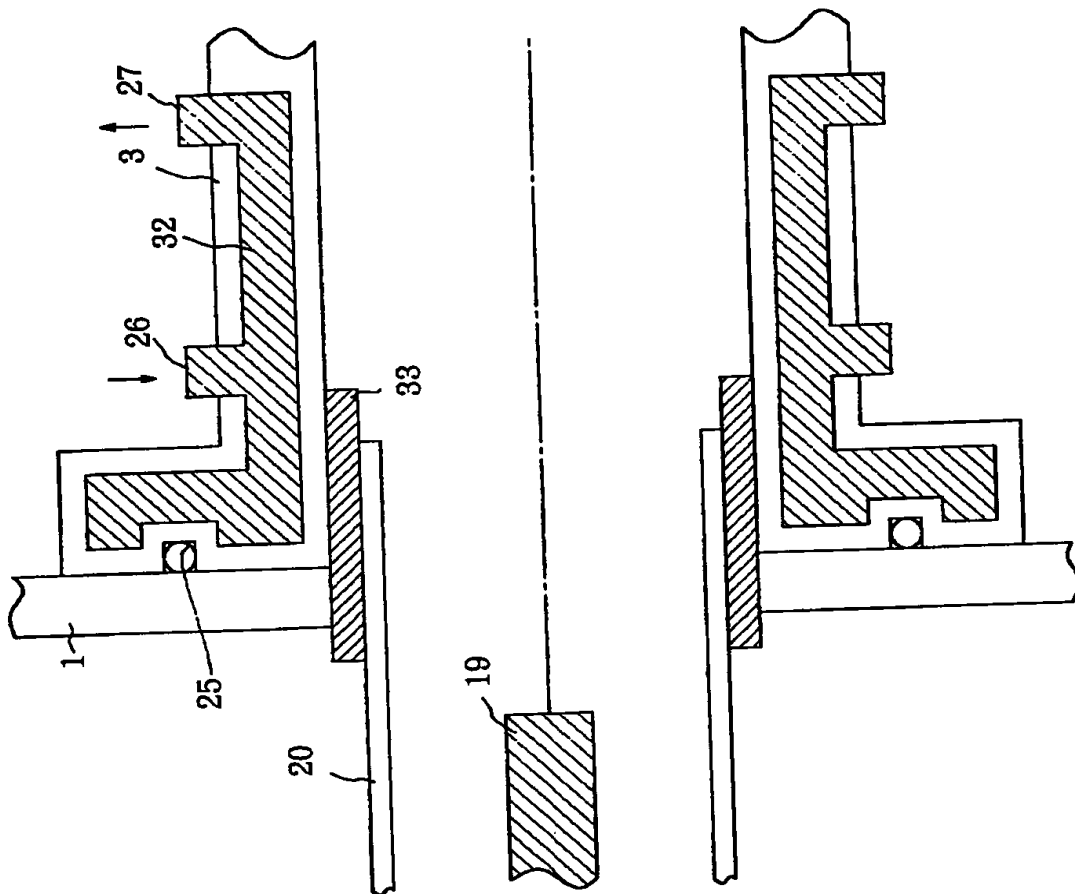
【図 1】



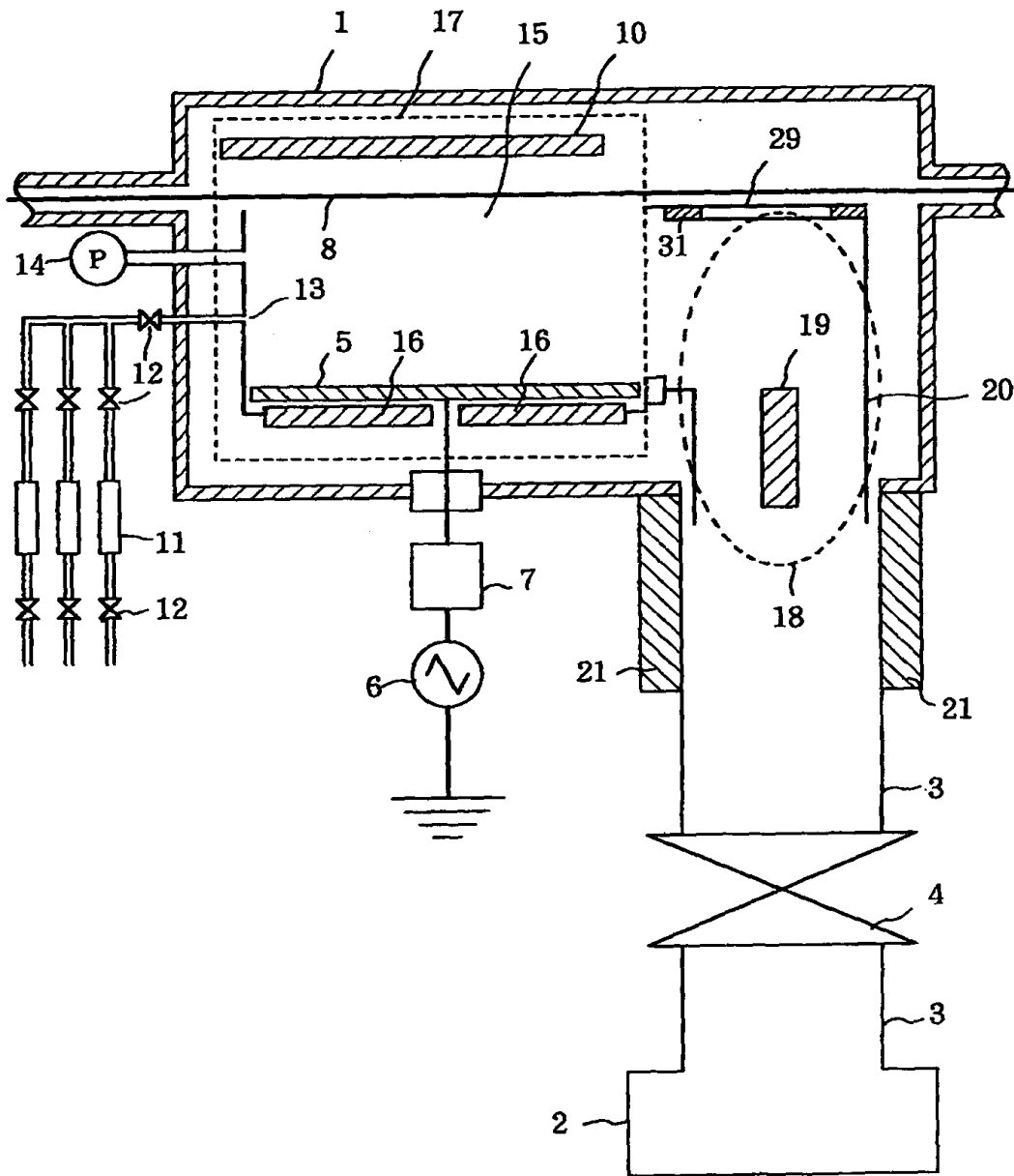
【図 2】



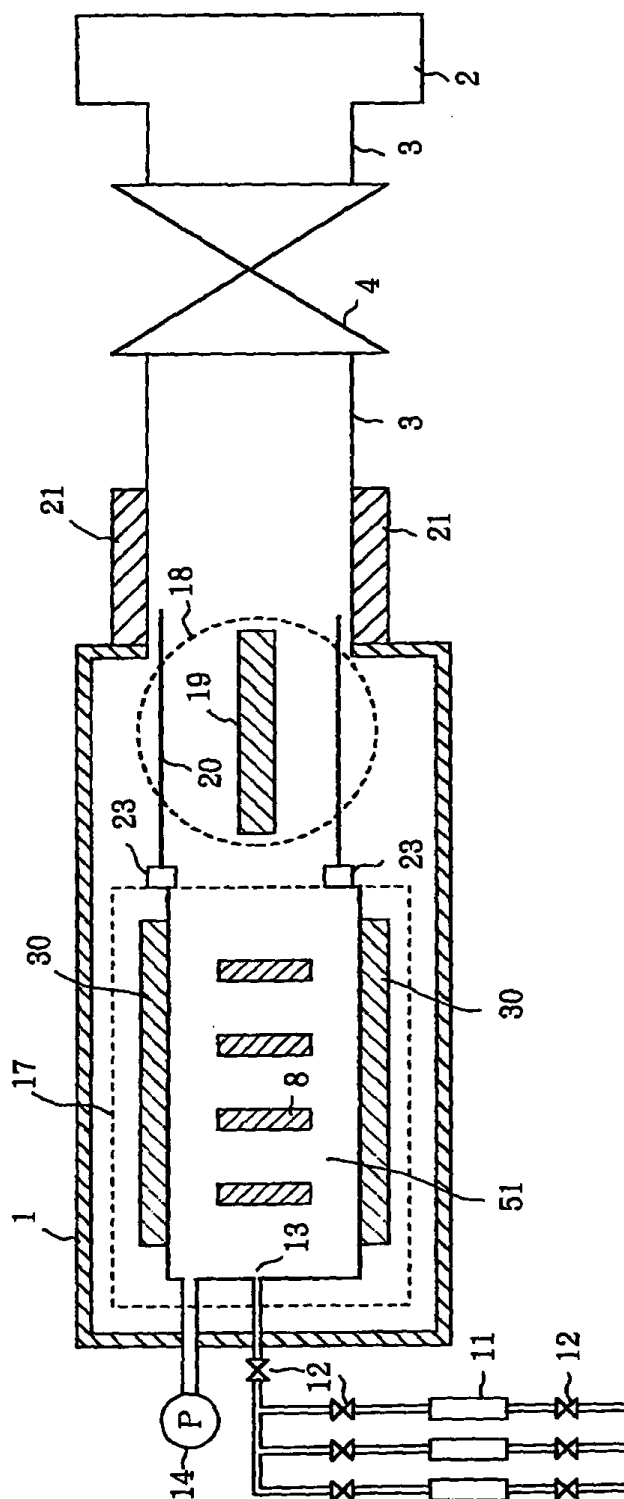
【図 3】



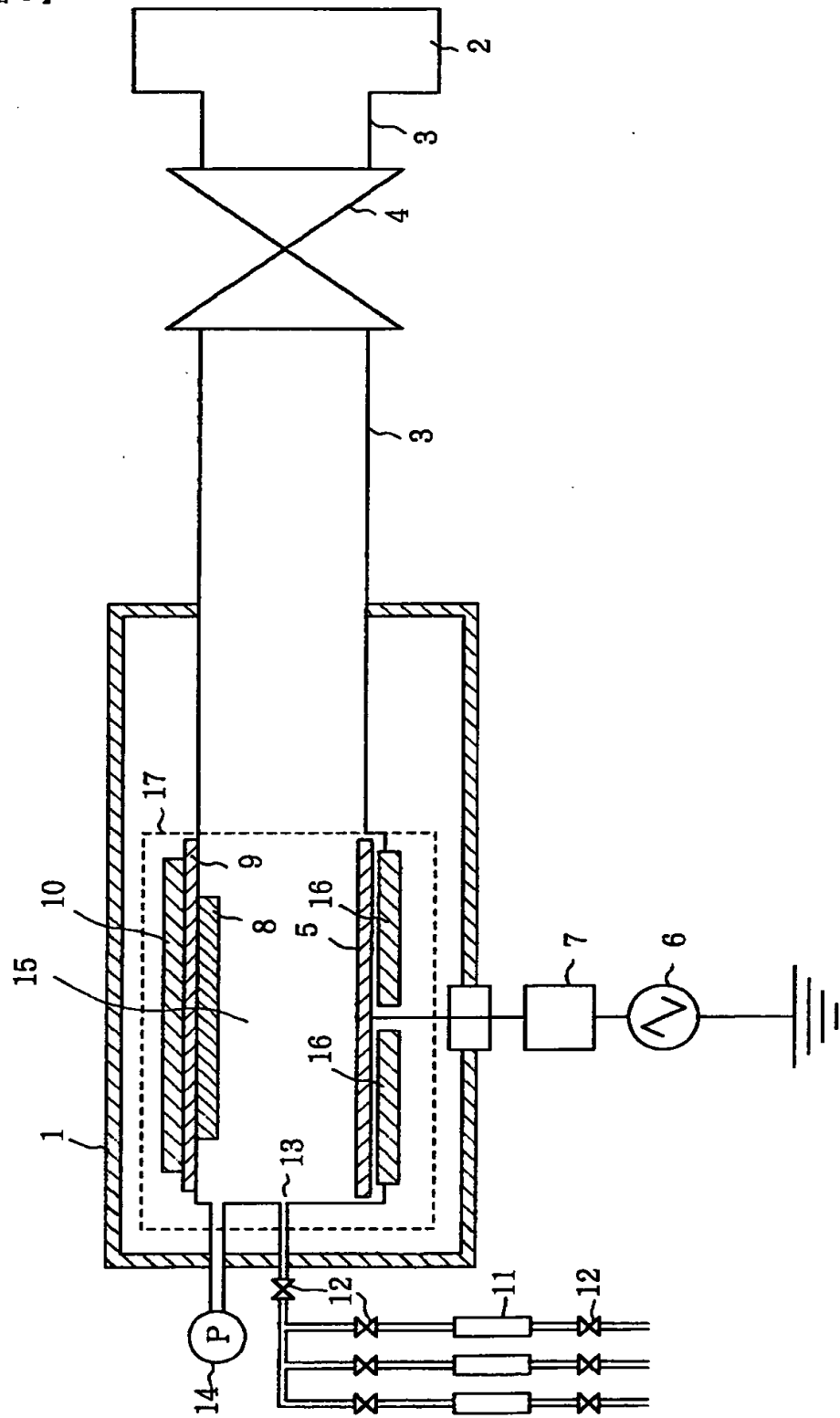
【図4】



【図5】

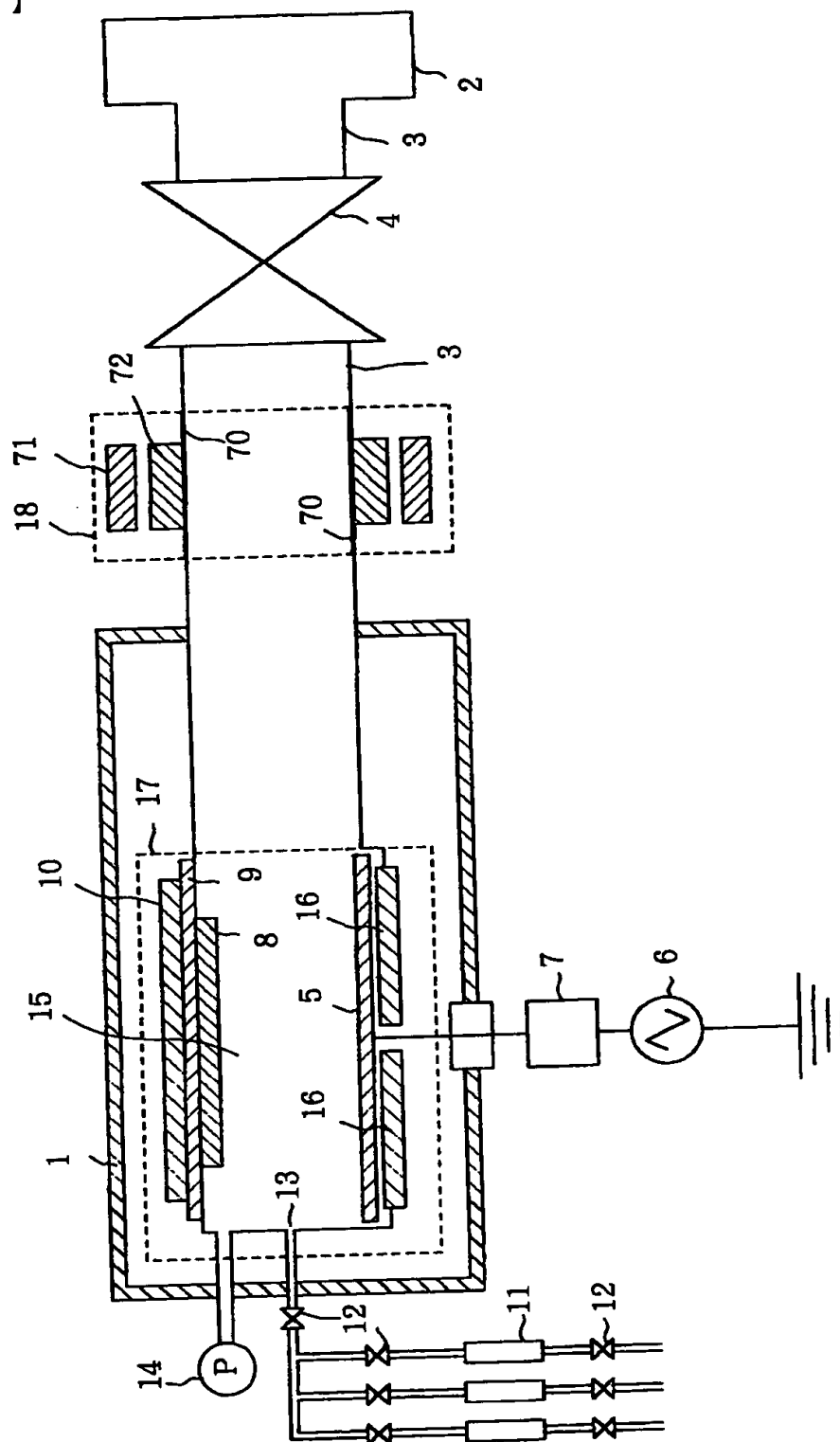


【図6】





【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマCVD法等による基体や膜の処理装置において、処理空間からの排気中に含まれる未反応ガスや副生成物を効率よく分解、除去して回収し、排気手段への副生成物の付着、堆積を防止する。

【解決手段】 放電空間 1 5 の近傍にフィラメント 1 9 等化学反応生起手段を設置し、該フィラメント近傍に化学反応生成物を回収する回収壁 2 0 を配し、該フィラメント 1 9 の排気ポンプ 2 側に冷却手段 2 1 を配置して、排気配管 3 及び処理チャンバー 1 を冷却する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社